



Pengaruh Campuran Bioetanol-Pertamax 92 terhadap Kinerja Motor Otto

Sugeng Hadi Susilo¹, Angga Muhammad Sabudin²

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang, Soekarno Hatta 9-Malang, Indonesia
shadis172.gh@gmail.com¹, anggariska66@gmail.com²

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 01/11/2018
Naskah Direvisi 28/12/2018
Naskah Disetujui 29/12/2018
Naskah Online 31/12/2018

ABSTRAK

Problem in the process of burning fossil fuel is still produce power and torque of the engine with large fuel oil needs. Various ways can be done to improve engine performance by using bioetanol as a mixture of pertamax 92 without reducing engine power and torque, the use of fuel pertamax 92 may reduce. The purpose of the study is to determine effect of the use of bioetanol mixture with pertamax 92 fuel to power and torque of gasoline engine, in addition to know the water temperature in radiator and exhaust gas especially the injection system capacity of 150 cc. The study process uses experimental method which is divided into several steps: mixture bioetanol and pertamax 92 with volume comparison, vehicle power and torque test use chassis dynamometer, water temperature in radiator and exhaust gas test use sensor thermocouple K type. The results of the study indicate that in the bioetanol 30% mixture on 8000 rpm, the power is increased by 12.92 HP with water temperature in radiator of 52.96 °C at the exhaust gas of 126.85 °C, while the torque is increased by 13.47 Nm blend of bioetanol 30% at 6000 rpm with water temperature in radiator of 52.51 °C at the exhaust gas of 136.15 °C. Based on the result mixture bioetanol and pertamax 92 with percentages 30% increased vehicle power and torque.

Kata kunci: bioetanol, pertamax 92, power, torque

1. PENDAHULUAN

Menurut BPH Migas (Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi) bahwa konsumsi bahan bakar minyak di tahun 2017 mencapai 1.858.875 Liter/Triwulan yang menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar fosil mendekati jumlah pemakaian bahan bakar yang mulai meningkat, dengan harga cenderung terus naik, maka untuk lebih efisien dalam penggunaannya perlu mencari sumber bahan bakar baru yang dapat mengurangi jumlah kebutuhan penggunaannya. Sumber bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dapat di perbaharui adalah bioetanol sebagai bahan campuran bahan bakar pada kendaraan bermotor.

Pada dekade ini banyak diproduksi kendaraan roda 2 (dua) berteknologi *EFI (Electronic Fuel Injection)* yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar, namun tidak terjadi peningkatan kinerja. Kinerja kendaraan bermotor berkaitan dengan perbandingan kompresi yang berhubungan dengan nilai oktane dan efisiensi volumetrik yang berkaitan dengan sisa gas hasil pembakaran. Oleh sebab itu untuk meningkatkan kinerja diperlukan bahan tambah pada bahan bakar yang satu diantaranya berupa bioetanol.

Bioetanol adalah alkohol yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti jagung, gandum, kentang, dan tebu. Salah satu fungsi dari alkohol pada bahan bakar sebagai *octane booster*. *Octane booster* berfungsi untuk menaikkan nilai oktane bahan bakar. Sebagai *oxygenating agent*, fungsi ini berkaitan dengan penyempurnaan pembakaran pada mesin kendaraan.

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang belum banyak diterapkan pada kendaraan bermotor. Padahal di Indonesia banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi etanol. Bioetanol bersifat mudah terbakar dan memiliki nilai kalor 21 MJ/liter [1].

1.1 Tinjauan Pustaka

Motor Pembakaran Dalam (*internal combustion engine*) proses pembakaran motor bensin 4 langkah terjadi secara periodik, yaitu piston bergerak akibat adanya ledakan (pembakaran) dalam ruang bakar antara campuran bahan bakar dan udara yang dipicu oleh bunga api yang terpercik dari busi. Piston terdorong, sehingga menggerakkan poros engkol (*crankshaft*) melalui batang penghubung (*connecting rod*). Aliran bahan bakar ke ruang

bakar menggunakan dua katup, yaitu katup isap dan katup buang.

Motor pembakaran dalam dibagi menjadi dua jenis utama yaitu motor bensin (Otto) dan motor diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin atau sejenisnya, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar Dexlite/solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalanya, dimana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan temperatur kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar [2].

Motor Pembakaran Luar (*external combustion engine*) adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dahulu diubah melalui media penghantar, kemudian diubah menjadi tenaga mekanik [2]. Keunggulan motor pembakaran luar:

1. Dapat memakai semua bentuk bahan bakar,
2. Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah,
3. Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros, dan
4. Lebih cocok digunakan untuk daya tinggi.

Saat terjadi proses pembakaran yang sebenarnya (aktual) tidak pernah terjadi pembakaran sempurna, sebab proses pembakaran tergantung banyak faktor seperti putaran mesin, bentuk ruang bakar, jenis bahan bakar, kelembaban, temperatur pembakaran dan lain-lain [3].

Menurut Winoko (2017: 26-27) kondisi pembakaran motor bakar tergantung pada rasio udara terhadap bahan bakar antara lain:

- a. Pada saat *start* dingin, rasio udara dan bahan bakar adalah 8: 1
- b. Pada saat kecepatan menengah, rasio udara terhadap bahan bakar antara 14: 1 dan 15: 1
- c. Pada saat tenaga maksimum, rasio udara terhadap bahan bakar 12,5: 1 sampai 13,5: 1
- d. Pada saat kecepatan *idle*, rasio udara terhadap bahan bakar antara 12: 1 dan 14: 1

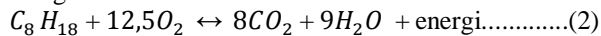
AFR (Air Fuel Ratio) ideal senilai 14,7: 1 artinya untuk membakar 1 gram bahan bakar dibutuhkan 14,7 gram udara untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna.

Reaksi pembakaran pada ruang bakar Pertamina 92 (C_8H_{18}) dan bioetanol/etil alkohol (C_2H_5OH) sebagai berikut:

1. Reaksi pembakaran sempurna bioetanol (C_2H_5OH) dengan oksigen pada ruang bakar.
$$C_2H_5OH + 3O_2 \leftrightarrow 2CO_2 + 3H_2O + \text{energi} \dots \dots \dots (1)$$

Untuk membakar 1 molekul C_2H_5OH membutuhkan 3 molekul O_2 dan menghasilkan 2 molekul CO_2 dan 3 molekul H_2O .

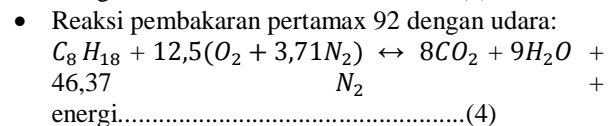
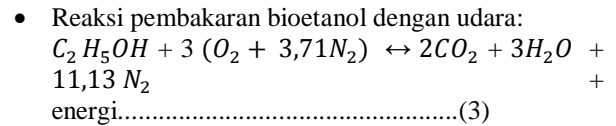
2. Pembakaran sempurna pertamax 92 (C_8H_{18}) dengan oksigen.



Untuk membakar 1 molekul C_8H_{18} membutuhkan 12,5 molekul O_2 dan menghasilkan 8 molekul CO_2 dan 9 molekul H_2O .

Perbandingan reaksi pembakaran persamaan reaksi (1) dan (2) diperoleh perbandingan jumlah molekul proses pembakaran bioetanol lebih sedikit membutuhkan oksigen dan menghasilkan gas hasil pembakaran lebih kecil.

3. Reaksi pembakaran bahan bakar dengan udara sekitar
Komposisi udara sekitar mengandung 78% Nitrogen (N_2), 21% oksigen (O_2) dan 1 % berbagai senyawa lainnya,—sehingga rumus pembakaran dengan udara sebagai berikut:



Bioetanol sebagai senyawa tunggal merupakan suatu cairan hasil proses fermentasi dan distilasi dari karbohidrat yang banyak terkandung pada hasil pertanian seperti jagung, singkong, tebu, dan lain-lain. Bioetanol merupakan cairan yang tak berwarna, mudah menguap (*volatile*) dan mudah terbakar. Bioetanol banyak digunakan sebagai bahan campuran pada pelarut kimia selain bisa juga digunakan sebagai bahan bakar. Sebagai bahan bakar pada motor, bioetanol mempunyai sifat-sifat yang dibutuhkan, seperti nilai oktan yang tinggi, mampu diperbaharui, menghasilkan emisi polutan yang lebih rendah. Sedangkan sifat-sifat yang kurang mendukung sebagai bahan bakar motor Otto adalah nilai kalor yang hanya sekitar 2/3 dibandingkan gasoline, higroskopis dan dapat bercampur air dengan segala perbandingan, sehingga dapat menyebabkan korosi maupun pemisahan.

Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan. Tumbuhan yang berpotensi untuk menghasilkan bioetanol adalah tumbuhan yang mengandung kadar karbohidrat tinggi seperti, tebu, jagung, nira, ubi jalar dan sagu. Bioetanol disebut juga, sebagai alkohol murni, alkohol absolut, atau alkohol saja. Bahan bakar bioetanol juga mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bioetanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O . Bioetanol memiliki angka oktan (RON/*Research octane number*) senilai 108. Bioetanol memiliki nilai kalor yang rendah dan sifatnya lebih sulit menguap dari pada premium [1].

Sifat fisik bahan bakar minyak yang perlu diketahui adalah sebagai berikut [4]:

- a. *Specific Gravity* adalah perbandingan berat bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama
- b. Titik Nyala (*flash point*) adalah temperatur pada uap di atas permukaan bahan bakar minyak yang terbakar dengan cepat bila nyala api didekatkan padanya, sedangkan titik bakar (*fire point*) adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu jika nyala api didekatkan padanya.

- c. Temperatur Penyalaan Sendiri (*Auto-Ignition Temperature*) adalah temperatur terendah yang diperlukan untuk terbakar sendiri dalam *container standard* dengan udara atmosfer tanpa bantuan nyala bunga api.
- d. Viskositas (*viscosity*) adalah suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan atau hambatan atau ketahanan suatu bahan bakar untuk mengalir.
- e. Nilai Kalor (*heating value*) adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara atau oksigen.

Terdapat beberapa cara penggunaan etanol untuk campuran gasoline sebagai berikut:

1. Hydrous etanol (95 % Volume), yaitu etanol yang mengandung sedikit air. Campuran tersebut digunakan langsung sebagai pengganti gasoline pada kendaraan dengan mesin yang sudah dimodifikasi.
2. Anhydrous etanol (dehydrated etanol), yaitu bioetanol bebas air dan paling tidak memiliki kemurnian 99%. Bioetanol tersebut dapat dicampur dengan gasoline konvensional dengan kadar antara 5 dan 85%. Pada gasoline dengan campuran bioetanol antara 5 dan 10%, bahan bakar tersebut dapat langsung digunakan pada mesin kendaraan tanpa modifikasi. Campuran yang umum digunakan adalah 10% bioetanol dan 90% gasoline, campuran bioetanol dengan kadar lebih pada kendaraan yang dimodifikasi, yang dikenal dengan nama *flexible fuel vehicle*. Modifikasi umumnya dilakukan pada tangki BBM kendaraan dan sistem injeksi BBM [1].

2. EXPERIMENTAL METHOD

2.1 Material and Method

- Spesifikasi motor bensin

Mesin yang digunakan untuk penelitian adalah sepeda motor bensin 4 langkah sistem injeksi kapasitas silinder 150 cc dengan spesifikasi mesin sebagaimana Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Mesin [5]

Tipe mesin	:	4 langkah 4 valve SOHC <i>Fuel Injection</i>
Diameter x langkah	:	57,0 x 58,7 mm
Volume silinder	:	149,8 cc
Susunan silinder	:	Silinder tunggal/tegak
Power maksimum	:	14.88 HP/8000 rpm
Torsi maksimum	:	13.5 Nm/6000 rpm
Sistem pelumasan	:	Basah
Oli mesin	:	Total 1,15 liter
Karburator	:	MIKUNI AC28x1
Kopling	:	Basah

Rasio gigi	:	1-N-2-3-4-5
Sistem starter	:	Electric starter dan kick starter

- Spesifikasi bahan bakar

Tabel 2.2 Spesifikasi bahan bakar [6]

Property	Gasoline	Bioetanol
Formula (liquid)	C_8H_{18}	C_2H_5OH
Molecular weight (kg/kmol)	114.15	46.07
Density (kg/m ³)	765	785
Heat of vaporization (kJ/kg)	305	840
Specific heat (kJ/kgK) liquid	2.4	1.7
Specific heat (kJ/kgK) vapour	2.5	1.93
Lower heating value (kJ/kg)	44.000	26.900
Stoichiometric air-fuel ratio by mass	14.6	9.00
Research octane number	92	108.6
Motor octane number	85	89.7
Enthalpy of formation (MJ/kmol) liquid	259.28	224.10
Enthalpy of formation (MJ/kmol) gas	277.0	234.6

2.2 Eksperimental Set-up

Proses pencampuran bahan bakar pertamax 92 dengan bioetanol dengan presentase volume sebagaimana Tabel 2.3:

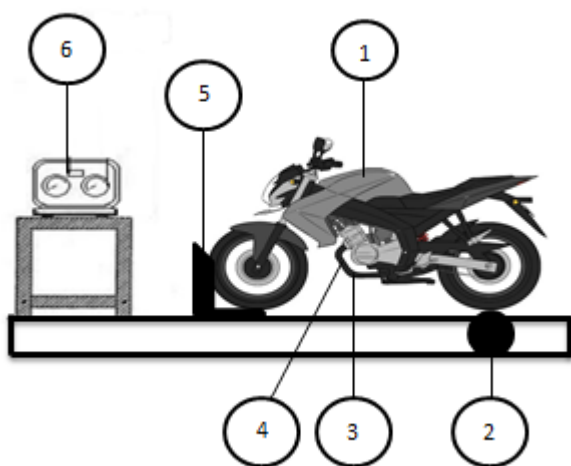
Tabel 2.3 Presentase Campuran Pertamax 92 dan Bioetanol

Campuran (%)	Volume 100% (ml)	Pertamax 92 (%)	Bio (%)	Pertamax 92 (ml)	Bio (ml)
BP 0	500	100	0	500	0
BP 10	500	90	10	450	50
BP 20	500	80	20	400	100
BP 30	500	70	30	350	150
BP 40	500	60	40	300	200
BP 50	500	50	50	250	250
BP 60	500	40	60	200	300
BP 70	500	30	70	150	350
BP 73	500	27	73	365	135
Total				2235	1765

Prosedur pengujian dan pengambilan data daya dan torsi sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat ukur seperti tachometer dan termometer,
2. Mengisi bahan bakar yang sudah dicampur bioetanol pada tangki kendaraan sebelum melakukan pengujian, pengecekan sistem injeksi dan pengapian harus dipastikan dalam kondisi normal dan standar,

- Menempatkan sepeda motor pada tempat pengujian yaitu pada unit *chasis dynamometer* sebagaimana Gambar 2.1, dan
- Pengujian daya dan torsi dilakukan menggunakan metode full open throttle yaitu saat perpindahan gigi tidak menarik gas secara penuh dan saat *top gear* pedal gas ditarik penuh sampai grafik pada monitor terlihat menurun.



- Tangki Bahan Bakar
- Roller Dynamometer
- Tempat Sensor pada leher kenalpot
- Kenalpot
- Penahan roda depan
- Komputer

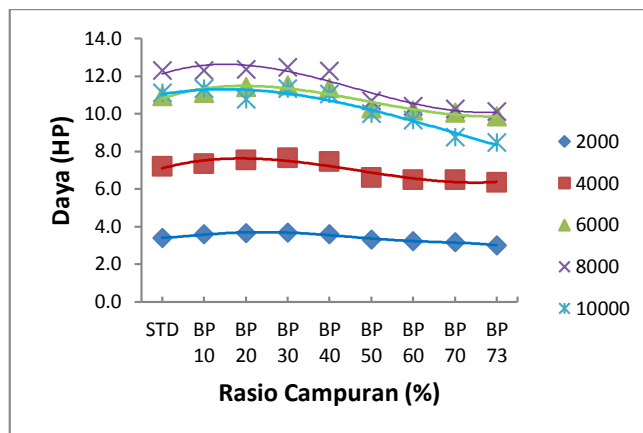
Gambar 2.1 Eksperiment Set-Up

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menggunakan variasi putaran mesin mulai 2000 Rpm sampai dengan 10000 Rpm dengan rentang 2000 rpm. Hasil pengujian daya sebagaimana Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Daya

putaran	STD	BP 10%	BP 20%	BP 30%	BP 40%	BP 50%	BP 60%	BP 70%	BP 73%
Rpm	Hp								
2000	3,40	3,60	3,65	3,68	3,60	3,32	3,23	3,16	3,00
4000	7,20	7,33	7,55	7,65	7,45	6,60	6,50	6,48	6,36
6000	10,95	11,10	11,42	11,50	11,36	10,28	10,16	10,07	9,85
8000	12,30	12,29	12,36	12,47	12,28	10,68	10,41	10,25	10,11
10000	11,11	11,33	10,78	11,35	11,04	10,00	9,67	8,74	8,47



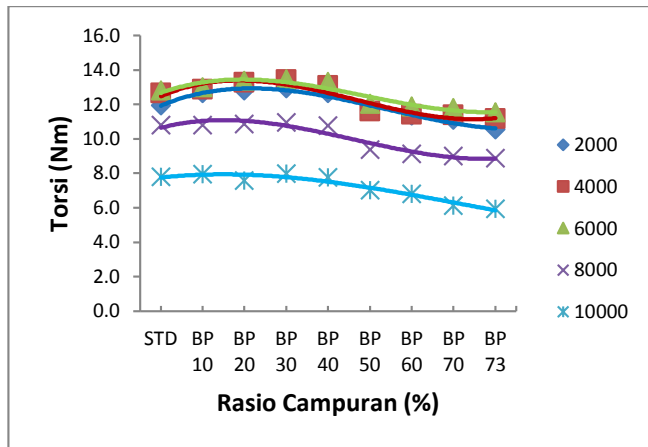
Gambar 3.1 Grafik Daya terhadap Rasio Campuran

Dari Gambar 3.1 memperlihatkan bahwa daya yang dihasilkan dari proses pengujian daya motor bensin terjadi perubahan yang signifikan pada tiap putaran. Pada penggunaan pertamax 92 diperoleh daya sebesar 3,40 HP pada putaran 2000 rpm. Sedangkan daya tertinggi untuk campuran bioetanol-pertamax 92 pada campuran BP 30% dengan nilai 12,47 HP. Penurunan daya seiring dengan meningkatnya jumlah campuran karena perbandingan udara dan bahan bakar dari campuran tersebut dan penurunan tekanan pada lubang hisap bahan bakar karena semakin besarnya putaran mesin.

Sedangkan campuran di atas 30% mengalami penurunan yang sangat signifikan. Pada Putaran 8000 rpm merupakan putaran yang menghasilkan daya maksimal, sedangkan pada putaran di atas 8000 rpm mengalami penurunan disebabkan semakin tinggi putaran mesin, maka proses pembakaran di dalam silinder kurang sempurna dikarenakan semakin tinggi presentase campuran mempengaruhi rasio udara dan bahan bakar, sehingga mempengaruhi besarnya daya.

Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Torsi

Putaran	STD	BP 10%	BP 20%	BP 30%	BP 40%	BP 50%	BP 60%	BP 70%	BP 73%
Rpm	Nm								
2000	11,94	12,65	12,82	12,93	12,65	11,66	11,35	11,10	10,54
4000	12,65	12,88	13,26	13,44	13,09	11,59	11,42	11,38	11,17
6000	12,82	13,00	13,37	13,47	13,30	12,04	11,90	11,79	11,53
8000	10,80	10,79	10,85	10,95	10,78	9,38	9,14	9,00	8,88
10000	7,80	7,96	7,57	7,97	7,76	7,03	6,79	6,14	5,95

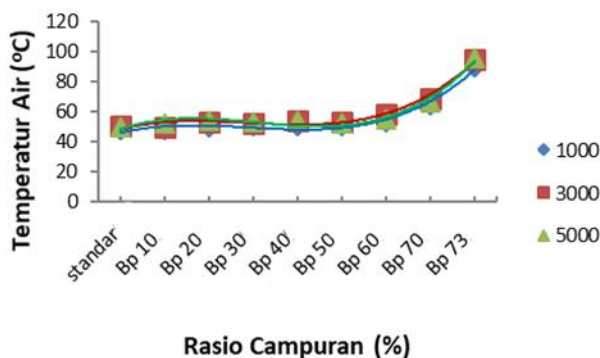


Gambar 3.2 Grafik Torsi terhadap Rasio Campuran

Berdasarkan Gambar 3.2 menunjukkan adanya perubahan torsi yang cenderung menurun pada putaran sedang sampai tinggi. Pada putaran 2000 rpm diperoleh daya 11,94 Nm. Pada putaran mesin 6000 rpm pengujian standar torsi senilai 12,82 Nm dan meningkat pada campuran BP 10% menjadi 13,00 Nm. Pada putaran tersebut tiap campuran mengalami peningkatan torsi yang signifikan, tetapi semakin bertambah presentase campuran bioetanol-pertamax 92 yang melebihi 30% mengalami penurunan torsi karena nilai kalor bioetanol lebih rendah daripada pertamax 92 yaitu senilai 1371 kJ, sedangkan pada pertamax 92 senilai 5460 kJ. Selain hal tersebut pada putaran tinggi, torsi mengalami penurunan karena pengaruh volume campuran udara dan bahan bakar. Selain hal tersebut juga diakibatkan karena adanya torsi gesek (torsi untuk mengatasi hambatan gesek di dalam mesin).

Tabel 3.3 Data Temperatur Air Radiator

Putaran (Rpm)	STD	bp 10%	bp 20%	bp 30%	bp 40%	bp 50%	bp 60%	bp 70%	bp 73%
	Celsius								
1000	47,6	47,5	49,61	50,27	50,46	50,45	53,09	64,79	89,5
3000	50,1	49,9	53,45	52,62	54,29	53,19	57,94	68,86	94,9
5000	49,9	52,2	53,96	52,96	53,82	52,09	55,10	66,03	95,8

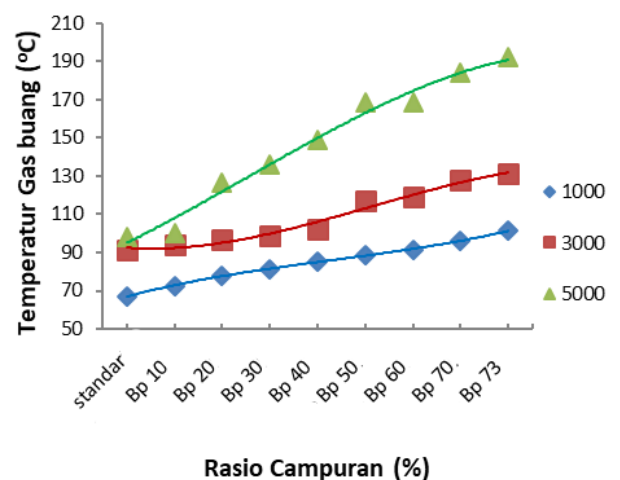


Gambar 3.3 Grafik temperatur Radiator Terhadap Campuran

Dari grafik pada gambar 3.3 menunjukkan temperatur air radiator meningkat seiring dengan bertambahnya presentase campuran bioetanol dan Pertamax 92. Pada keadaan standart atau pengujian menggunakan Pertamax 92 temperatur pada putaran 1000 Rpm sebesar 47,6°C selain itu saat menggunakan bahan bakar yang sudah di campur dengan bioetanol dengan presentase yang sudah di tetapkan mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini di sebabkan karena semakin bertambah jumlah atau volume bioetanol maka rasio udara dan bahan bakar cenderung kaya tetapi pada bioetanol masih terdapat kandungan air sehingga meyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna dan mengakibatkan temperatur radiator meningkat.

Tabel 3.4 Data Temperatur Gas Buang

Putaran Rpm	stand art	Bp 10%	Bp 20%	Bp 30%	Bp 40%	Bp 50%	Bp 60%	Bp 70%	Bp 73%
	°C								
1000	67,2	72,3	78,07	81,09	85,31	88,87	91,4	95,79	101,5
3000	91,3	93,8	96,76	98,59	102,1	117,1	118,9	127,6	131,1
5000	98,3	99,9	126,8	136,1	148,8	168,6	168,8	184,1	191,9



Gambar 3.4 Grafik Temperatur Gas Buang terhadap Rasio Campuran

Pada Gambar 3.4 temperatur tertinggi pada campuran BP 73% pada putaran 5000 rpm, yang di sebabkan karena semakin banyak rasio campuran bioetanol pada Pertamax 92 nilai AFR dari campuran semakin miskin, sehingga pembakaran terlalu kurus hal tersebut yang menyebabkan terjadinya api oksidasi dan membuat mesin motor menjadi panas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan bioetanol dengan 10%, 20%, dan 30% dapat meningkatkan daya disetiap perubahan

putaran, tetapi pada campuran yang lebih dari 30% cenderung mengalami penurunan daya motor disetiap kenaikan putaran mesin. Sedangkan pada torsi motor bensin untuk campuran 10%, 20% dan 30% cenderung lebih besar dibanding dengan standar. Selain hal tersebut untuk campuran di atas 30% mengalami penurunan yang disebabkan karena pada bioetanol masih terdapat kandungan air serta rasio udara dan bahan bakar terlalu rendah, sehingga menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Selain hal tersebut pada putaran bawah mesin mengalami ginjal yang bisa menyebabkan torsi menurun.

2. Pada data temperatur radiator dan gas buang campuran 73% bernilai yang besar dibandingkan dengan campuran yang lainnya, yang disebabkan oleh presentase bioetanol lebih besar dibandingkan dengan pertamax 92, sehingga kadar air pada campuran besar mengakibatkan proses pembakaran pada ruang bakar menjadi terhambat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anugrah. 2014. Kajian tentang Perbandingan Etanol dengan Pertamax 92 pada Motor 4 Langkah 225 cc. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2] Arismunandar, W,. 2002. Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [3] Winoko, Yuniarto A. Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang. Malang: Polinema Press, 2017
- [4] Fauzi, Mukhamad. 2015. Pengaruh Bioetanol terhadap Lambda dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Empat Tak Satu Silinder Berbahan Bakar Premium. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- [5] Spesifikasi Teknis Yamaha Vixion. 2013. <http://www.motorvixion.com/2015/10/16/harga-dan-spesifikasi-yamaha-vixion-2011/> [Diakses 25 Desember 2017]
- [6] Raja, Samuel A. 2015. Effect of Gasoline-Ethanol Blends on Performance and Emission Characteristics of a Single Cylinder Air Cooled Motor Bike SI Engine. Journal of Engineering Science and Technology Vol. 10, No.12 (2015) 1540-1552 © School of Engineering, Taylor's University. India: Taylor's University